

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

**0 314 936**  
**A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 88116644.1

51 Int. Cl. 4: **B21D 22/14**

22 Anmeldetag: 07.10.88

30 Priorität: 09.10.87 IT 2219087

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
10.05.89 Patentblatt 89/19

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT

71 Anmelder: **BLM S.p.A.**  
Via Selvaregina, 30  
I-22063 Cantù(IT)

72 Erfinder: **Ferrari, Alessandro**  
Via Selvaregina, 30  
I-22063 Cantù(IT)  
Erfinder: **Piccoli, Matteo**  
Via Selvaregina, 30  
I-22063 Cantù(IT)  
Erfinder: **Allprandi, Giancarlo**  
Via Selvaregina, 30  
I-22063 Cantù(IT)

74 Vertreter: **Mayer, Hans Benno, Dipl.-Ing.**  
Via dell'Orso 7/A  
I-20121 Milano(IT)

84 Verfahren und Maschine für die plastische Verformung rohrförmiger Körper.

57 Verfahren und Maschine zur plastischen Verformung von rohrförmigen Körpern, unter Vorsehung eines Verformungswerkzeuges, das in eine gesteuerte Drehbewegung um die Laengsachse eines eingespannten Rohres versetzt wird, und das Werkzeug senkrecht zur Laengsachse des Rohres gesteuert verschiebbar ist und, dass das Werkzeug auch in Richtung der Laengsachse des Rohres gesteuert verschiebbar ist.

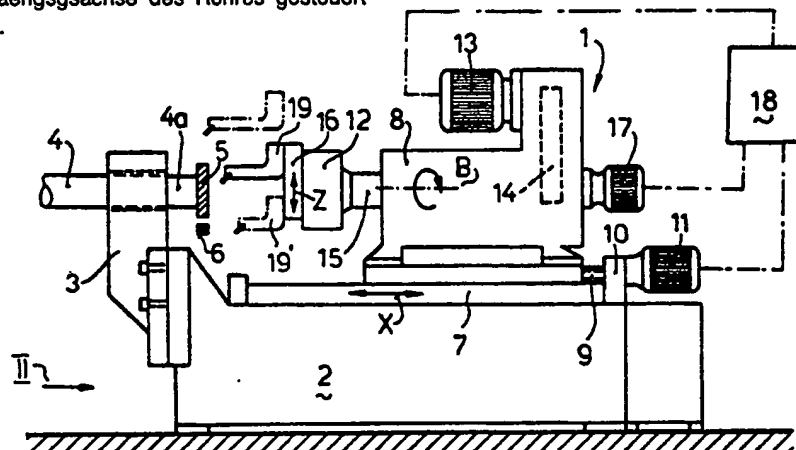


FIG. 1

Xerox Copy Centre

EP 0 314 936 A2

## Verfahren und Maschine fuer die plastische Verformung rohrfoemiger Koerper

Die vorstehende Erfindung betrifft ein Verfahren, sowie eine Maschine zur plastischen Verformung von rohrfoemigen Koerpern.

Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, besonders die Enden rohrfoemiger Koerper zu verformen, um die Enden der Rohrstuecke durch plastische Verformung an die zukuenftige Verwendung anzupassen. So werden z.B. die Enden dieser rohrfoemigen Koerper durch plastische Verformung aufgeweitet, um z.B. trichterartige Verformungen herzustellen oder, die Enden der Rohrstuecke werden derartig verformt, um abgebogene Raender herzustellen, die einen Endflansch bilden.

Weitere Ausfuehrungsformen sehen vor, die Enden des Rohrstueckes umzuvoerteln oder die Enden des Rohrstueckes werden in Richtung der Laengsachse des Rohres verformt, um das Endstueck des Rohres teilweise oder vollstaendig zu schliessen. Mit den bekannten Maschinen, die geeignet sind, die beschriebenen Arbeitsvorgaenge durchzufuehren, ist es auch moeglich, ringartige Vertiefungen in die Wand des Rohrstueckes einzuarbeiten, wobei sich diese ringartigen Verformungen vom inneren des Rohrstueckes nach aussen oder von der Aussenwand des Rohrstueckes zur Innenseite des Rohres erstrecken koennen.

Zur Durchfuehrung der genannten Verformungsvorgaenge wird bereits auf dem Markt eine Rohraufweitemaschine oder Rohrverformungsmaschine der Typenreihe AST 38, AST, 102, AST 130 der Anmelderin angeboten. Die bekannten Maschinen bestehen aus einer Spannzange, mit der das Rohrstueck festgespannt wird. Die bekannten Maschinen weisen einen revolverartigen Kopf auf, der auf das Ende des zu verformenden Rohres hin gerichtet ist. Der Revolverkopf weist eine Anzahl von Werkzeugen fuer das Ausstanzen, das Kalibrieren und das allgemeine Verformen des Rohrendes auf. Nach dem Festspannen des zu verformenden Rohrstueckes sowie einer gesteuerten Positionierung des Revolvers (in der Art, dass das geeignete Werkzeug fuer den Verformungsvorgang genau koaxial gegenueber der Laengsachse des zu verformenden Rohres angeordnet ist), fuehrt der gesamte Revolverkopf einen Laengshub auf das Ende des gespannten Rohres aus. Dadurch wird durch einen oder mehrere Bearbeitungsvorgaenge die gewuenschte plastische Verformung durchgefuehrt, z.B. eine Verjuengung, Aufweitung, Bildung eines abstehenden Flansches, Boertelung, Aufweitung oder konische Verformung des Endstueckes des Rohres.

Die bekannten Maschinen haben den wesentlichen Nachteil, dass fuer jeden Verformungsvor-

gang sowie fuer jeden Rohrdurchmesser unterschiedliche Werkzeuge vorzusehen sind, die auf einer Plattform des Revolverkopfes zu montieren sind, entsprechend den durchzufuehrenden Bearbeitungsvorgaengen.

Damit ist die bekannte Maschine, was die durchfuehrbaren Verformungsvorgaenge anbelangt, sehr eingeschraenkt.

Wird der Durchmesser des zu verformenden Rohrstueckes veraendert oder erfahrt die plastische Verformung des zu bearbeitenden Werkstueckes eine Formaenderung, so ist ein mechanischer Eingriff notwendig, und die verschiedenen Praegewerkzeuge oder Verformungswerkzeuge, die auf der Plattform montiert sind, muessen ausgewechselt werden. Ein weiterer Nachteil der bekannten Maschinen besteht darin, dass diese nur fuer Verformungsvorgaenge einsetzbar sind, die in unmittelbarer Naehel des Endstueckes des Rohres durchgefuehrt werden. Es ist nicht moeglich, ringartige Verformungen in die Innenseite oder die Aussenwand des Rohres mit einem gewissen Abstand vom Rohrende durchzufuehren.

Die bekannten Maschinen, die mit Verformungswerkzeugen ausgeruestet sind, die auf einer revolverartigen Plattform befestigt sind, die in Laengsrichtung verschiebbar gelagert ist, weisen ferner den Nachteil auf, dass haeufig komplizierte Verformungsvorgaenge, die eine mehrmalige, schrittweise Verformung erfordern (zur Durchfuehrung einer allmaehlichen Verformung) nicht durchfuehrbar sind. Ferner arbeiten die bekannten Maschinen unter erheblicher, stoerender Geraeusentwicklung. Die stuendliche Leistung der verformten Werkstuecke ist beschraenkt, die bekannten Maschinen stellen einen nicht zu unterschaeztenden Kostenaufwand dar, dies aufgrund der Notwendigkeit, eine aufwendige Hydraulikeinheit vorzusehen.

Aufgabe der vorstehenden Erfindung ist es, ein neues Verfahren, sowie eine neue Maschine vorzuschlagen, mit der es moeglich ist, die geschilderten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und die Moeglichkeit zu schaffen, moeglichst unter Verwendung eines einzigen Werkstueckes eine sehr grosse Anzahl von variierenden Verformungsvorgaengen auch mit komplexer geometrischer Gestaltung durchzufuehren. Ferner soll die Moeglichkeit geschaffen werden, technische Bearbeitungsgrößen schnell und einfach an die verschiedenen Verformungsvorgaenge und die Merkmale des zu verformenden Rohrstueckes sowie an die Materialeigenschaften der Rohre anzupassen, um eine grosse Flexibilitaet hinsichtlich der durchfuehrbaren Verformungsvorgaenge zu schaffen. Es sollen auch

komplexe Verformungsvorgaenge sowie Verformungsvorgaenge fuer zusammengesetzte Formen durchfuehrbar sein und ferner soll die Bearbeitung unterschiedlicher Materialien z.B. Stahl, rostfreiem Stahl (Inox), Kupfer, Aluminiumlegierungen, Messing moeglich werden.

Erfindungsgemaess wird die genannte Aufgabe mit einem Verfahren, das folgende Bearbeitungsvorgaenge vorsieht, geloest:

a) das Verformungswerkzeug rotiert mit gesteuerter Geschwindigkeit um die Laengsachse des festgespannten Rohrstueckes;

b) das Bearbeitungswerkzeug ist gesteuert senkrecht zur Laengsachse des Rohrstueckes bewegbar; und

c) das Bearbeitungswerkzeug ist gesteuert in Richtung der Laengsachse des zu bearbeitenden Rohrstueckes verfahrbar.

Zur Durchfuehrung dieses Verfahrens ist in vorteilhafter Weise eine Maschine mit Mitteln zum lagerichtigen Anordnen und Spannen des Rohrstueckes in einer vorbestimmten Lage vorgesehen und auf der Seite der Maschine, die dem Ende des zu bearbeitenden Rohrstueckes zugerichtet ist, wird:

a) eine rotierende Plattform vorgesehen, die mit wenigstens einem Werkzeug fuer die plastische Verformung des Rohrstueckes ausgeruestet ist;

b) das Werkzeug wird von einem Schlitten aufgenommen, der radial zur rotierenden Plattform angeordnet ist;

c) diese Plattform wird von einem Support aufgenommen, der auf Fuehrungen verschiebbar gelagert ist, die parallel zum Rohrstueck angeordnet sind; und

d) Antriebseinrichtungen, Vorschubeinrichtungen und Kontroll- und Steuereinrichtungen, sind der rotierenden Plattform, dem Werkzeugaufnahmeschlitten und dem verschiebbaren Support zugeordnet.

Weitere Vorteile der Erfindung koennen der nun folgenden Beschreibung, den Unteranspruechen, sowie den beigefuegten Zeichnungen entnommen werden.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausfuehrungsbeispiels genauer beschrieben und in den beigefuegten Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Seitenansicht der erfindungsgemaessen Maschine;

Fig. 2 die Maschine in Vorderansicht, unter Darstellung der Einlaufseite fuer das Rohrstueck;

Fig. 3 schematisch eine Ausfuehrungsform einer Antriebsvorrichtung und einer Positioniervorrichtung fuer die rotierende Plattform;

Fig. 4 und 5 zwei Beispiele fuer Werkzeuge, die in der erfindungsgemaessen Maschine Einsatz finden;

Fig. 6 schematisch die Verwendung der Werkzeuge nach Fig. 4 waehrend eines Verformungsvorganges;

Fig. 7 schematisch das Werkzeug nach Fig. 5 bei der Durchfuehrung eines Bearbeitungsvorganges zur Herstellung einer nach innen gerichteten Boertelung; und

Fig. 8 - 22 einige Verformungsbeispiele, die mit dem erfindungsgemaessen Verfahren sowie der erfindungsgemaessen Maschine durchfuehrbar sind.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, besteht die gesamthaft mit 1 gekennzeichnete Maschine aus einem Maschinenbett 2, das auf einer Seite einen Spannstock 3 aufweist, in dem das Rohr 4, dessen Ende 4a einer plastischen Verformung zu unterziehen ist, eingespannt wird.

Um die Moeglichkeit zu schaffen, das Endstueck 4a des Rohres 4 genau in der gewuenschten Lage anzuordnen, ist dem Spannstock 3 ein Anschlag 5 zugeordnet, der nach Art einer Klappe 5 ausgefuehrt ist, die nach oben und nach unten schwenkbar ausgefuehrt ist. Dieses Bauteil wird im folgenden noch genauer beschrieben werden.

Dem Ende 4a des Rohres 4 ist weiter eine Heizvorrichtung 6 zum Anwaermen des Rohrstueckes zugeordnet. Auch diese Vorrichtung wird im folgenden noch genauer beschrieben werden.

Das Maschinengestell 2 der Maschine 1 weist waagerechte Fuehrungen 7 auf, die verschiebbar (laengs der Achse X) eine Bearbeitungseinheit oder einen Bearbeitungssupport aufnehmen, der gesamthaft mit 8 gekennzeichnet ist. Die Bearbeitungseinheit 8 ist mit einem Gewindespindel 9 wirkverbunden, in vorteilhafter Weise einer Kugelumlaufspindel 9, um hoechstmoeegliche Praesizion fuer die Verschiebung der Bearbeitungseinheit 8 in Richtung der Achse X zu gewaehrleisten. Die Kugelumlaufspindel ist in vorteilhafter Weise unter Zwischenschaltung eines Reduktionsgetriebes 10 mit einem Antriebsmotor 11 wirkverbunden. Der Motor 11 ist in vorteilhafter Weise als steuerbarer Motor, z.B. als Gleichstrommotor ausgebildet. Die Bearbeitungseinheit 8 nimmt eine Plattform 1 auf, die um eine mit B gekennzeichnete Achse drehen kann. Der Drehantrieb der Plattform 12 wird ueber einen Antriebsmotor 13 bewerkstelligt, der z.B. ueber einen Zahnriemen 14, der im Inneren der Einheit 8 angeordnet ist, auf die Spindel 15 einwirkt, die mit der Plattform 12 verbunden ist.

Auch der Motor 13, sofern es notwendig sein sollte, ist als steuerbarer Gleichstrommotor ausgebildet. Die sich drehende Plattform 12 nimmt einen Schlitten 16 auf, der in Richtung der Achse Z

verfahrbar angeordnet ist, d.h. radial zur Plattform 12. Die Radialverschiebung des Schlittens 16 wird unter Zuhilfenahme eines Antriebsmotores 17 bewerkstelligt. Auch dieser Motor ist in vorteilhafter Weise als steuerbarer Gleichstrommotor ausgebildet.

Die Motoren 11, 13, 17 sind mit einer NC-Steuereinrichtung wirkverbunden, diese ist gesamthaft mit 18 gekennzeichnet. Ferner ist jedem Motor ein an sich bekannter Encoder oder ein ähnliches Anzeigegeraet zugeordnet. Diese Geraete sind dem Fachmann bekannt. Aus diesem Grunde sind sie nicht genauer dargestellt und beschrieben.

Der Schlitten 16 der Plattform 12 nimmt mindestens ein Werkzeug 19 fuer die plastische Verformung des Endstueckes 4a des Rohrstueckes 4 auf. Diese Plattform kann aber auch mit einem weiteren Werkzeug 19' ausgeruestet sein, wie dies mit Strichpunktlinien dargestellt ist. Der Aufbau der Verformungswerkzeuge 19, 19' wird noch genauer im Anschluss beschrieben werden.

Der Fig. 2 kann die Maschine 1 in Vorderansicht in Blickrichtung des Pfeiles 11 gemaess Fig. 1 entnommen werden, d.h. in Einlaufrichtung des Rohrstueckes 4 in den Spannstock 3.

Das Maschinengestell ist mit einem Spannstock ausgeruestet, der gesamthaft mit 3 gekennzeichnet ist. Der Spannstock 3 weist Spannbacken 20 zum Festspannen des Rohres 4 auf; und die Spannbacken 20 sind in Horizontalrichtung unter Zuhilfenahme einer hydraulischen Kolben-Zylindereinheit betaeetigbar.

Der Spannstock 3 weist eine schlittenartige Vorrichtung 22 auf, die mit Backen 20 versehen ist, die mit einer groesseren und einer kleineren Durchgangsbohrung versehen sind. Somit wird es moeglich, sich an unterschiedliche Durchmesser der zu bearbeitenden Rohre anzupassen. Zu diesem Zweck sind die Backen 20 mit Hubgestaengen 23 wirkverbunden, die von weiteren Kolben-Zylindereinheiten 24 antreibbar sind, um somit den Backen 20 zu ermoeeglichen, nach oben oder nach unten (Pfeil g) verfahren zu werden. In Deckung mit der Achse B des Rohrstueckes werden Spannbacken mit grossem Bohrungsdurchmesser oder die Spannbacken mit kleinem Bohrungsdurchmesser (je nach Durchmesser des zu bearbeiteten Rohrstueckes 4) in Spannstellung gebracht.

Zwischen der Spannvorrichtung 3 und der Bearbeitungseinheit 8 weist die Bearbeitungseinheit 8 einen, nach Art einer Klappe ausgebildeten Arm 5 auf, der eine Schwenkbewegung von oben nach unten (Pfeil f) durchfuehren kann. Wenn der Arm 5 in angehobener Lage angeordnet ist, wie in Fig. 2 dargestellt, befindet er sich in Ruhestellung, ist der Arm 5 nach unten verschwenkt (Pfeil f), befindet er sich in Deckung mit der Achse B. Damit bildet der Koerper des Armes 5 einen Anschlag 5', der es

ermoeeglicht, das Ende 4a des Rohrstueckes 4 beim Einfuhrvorgang in die Maschine genau zu positionieren, d.h. das Endstueck 4a des Rohres 4 wird stets in genauer Lage gegenueber den Werkzeugen 19, 19' (nicht dargestellt in Fig. 2) angeordnet.

Das Unterteil des Armes 5 weist eine Heizvorrichtung 6 auf, die aus oeffenbaren und verschliessbaren Backen besteht, die gesteuert, z.B. unter Zuhilfenahme von Hebelgestaengen 25, sowie einer Kolben-Zylindereinheit 26 antreibbar sind.

Die Aufheizvorrichtung 6 kann elektrisch-induktiv arbeiten, oder in bekannter Weise unter Einsatz von Gasbrennern, die fuer bestimmte Verformungsvorgaenge ein Aufheizen des Endstueckes 4a des Rohres 4, das im Spannstock 3 angeordnet ist, ermoeeglichen.

In Fig. 3 ist schematisch die Betaetigungsvorrichtung der Bearbeitungseinheit 8 dargestellt.

Wie bereits vorher beschrieben, ist die Bearbeitungseinheit 8 verschiebbar auf Fuehrungen 7 montiert. Ferner ist die Bearbeitungseinheit 8 mit einer Antriebsspindel 9, in vorteilhafter Weise einer Kugelumlaufspindel, wirkverbunden. Ueber einen steuerbaren Motor 11 wird die Kugelumlaufspindel 9 in Drehung versetzt, wodurch eine gesteuerte und in der Lage kontrollierte Verschiebung der Bearbeitungseinheit 8 in Richtung der Achse X moeglich ist.

In an sich bekannter Weise arbeitet der Antriebsmotor 11 mit einem Lageerfassungsgeraet zusammen, z.B. einem nicht dargestellten Encoder, der es erlaubt, stets mit groesster Genauigkeit die Lage der Bearbeitungseinheit 8 und somit die Lage des Werkstueckes 19 gegenueber dem Ende 4a des zu bearbeitenden Rohrstueckes 4 festzustellen.

Die drehbare Plattform 12 ist im Koerper der Bearbeitungseinheit 8 unter Verwendung von Waelzlager 27 gelagert und, unter Verwendung eines Zahnriemens 14, sowie eines Antriebsmotores 13 erfolgt der Antrieb.

Sofern es notwendig erscheint, ist auch der Motor 13 als steuerbarer Gleichstrommotor ausgebildet, wodurch es ermoeeglicht wird, in gesteuerter Weise die Drehzahl der Plattform 12 zu variieren.

Die Plattform 12 nimmt in einer bekannten Schwalbenschwanzfuehrung 28 einen Schlitten 16 auf, der in Richtung des Pfeiles Z verschiebbar ist. Der Schlitten 16 weist auf der dem Werkzeug 19 gegenueberliegenden Seite eine Zahnstange 29 auf, die mit einem Ritzel 30 kaemmt. Das Ritzel ist mit einer Zahnstange 31 wirkverbunden, diese Zahnstange ist im Inneren des verlaengerten Koerpers 32 der Plattform 12 gelagert. Die Zahnstange 31 kann in Richtung der Achse X verschoben werden.

Die Kugelumlaufspindel 33 steht mit einer Gewindehulse 40 in Wirkverbindung und diese Ge-

windehülse 40 ist mit einem rohrartigen Bauteil 41 verbunden, welches in Laengsrichtung verschiebbar in dem sich drehenden Bauteil 32 gelagert ist.

Ein Anschlagarm 42 verhindert eine Drehbewegung der Gewindehülse 40.

Mit der Drehbewegung der Gewindespindel 3, unter Verwendung des Zahnriemens 34 und des steuerbaren Motors 17 wird es moeglich, den rohrfoermigen Koerper 41 in Axialrichtung (X-Achse) zu verschieben und auch die Zahnstange 31, die im rohrfoermigen Bauteil 41 unter Zuhilfenahme von Waelzlagern 43 gelagert ist.

Die Zahnstange 31 wirkt auf das Ritzel 30 ein, welches in gesteuerter Weise den Schlitten 16 in Richtung der Achse Z verfaehrt. Auch dem Motor 17 ist eine Vorrichtung zur Lageanzeige, z.B. ein Encoder zugeordnet, wodurch die genaue Lage des Schlittens 16 und somit des Werkzeuges 19 in Richtung der Achse Z gegenueber dem Rohrstueck 4, 4a festgestellt wird.

Wie bereits vorher beschrieben, sind die Motoren 11, 13 und 17 als steuerbare Motoren ausgebildet und mit einer NC-Einheit wirkverbunden, diese ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 18 gekennzeichnet.

Den Figuren 4 und 5 koennen zwei Werkzeuge 19, 19' entnommen werden, die auf dem Schlitten 16 montierbar sind. Das Werkzeug 19 ist mit einem Bearbeitungsraedchen 44 ausgeruestet, dieses Raedchen ist drehbar unter Verwendung von Waelzlagern 35 und einer Traegerwelle 36 in einem Werkzeughalter 37 angeordnet, der Werkzeughalter 37 ist am Schlitten 16 befestigbar. Das Werkzeug 19 mit dem drehbaren Bearbeitungsraedchen 44 dient insbesondere zur Durchfuehrung von aussenliegenden Verformungen des Endstueckes 4a des Rohres 4, wie es in Fig. 4 dargestellt ist.

Es hat sich ferner als vorteilhaft erwiesen, wenn die Lagerwelle 36 des Werkstueckes 19 mit dem Bearbeitungsraedchen 44 geneigt, z.B. um einen Winkel von  $45^\circ$ , gegenueber der Laengsachse des Rohrstueckes 4 angeordnet ist. Somit wird eine ungehinderte Bearbeitung sowohl entlang der Aussenwand des Rohrstueckes 4 als auch entlang dem Rohrende 4a des Rohrstueckes 4 moeglich.

Das Werkzeug 19' ist in vorteilhafter Weise als angespitzter Stift vorgesehen, der besonders dazu geeignet ist, Umboertelungsvorgaenge zum Rohrinernen hin vorzunehmen. Das Werkzeug 19' ist durch einen Gewindestift 38 in einem zylindrischen Bauteil 39 befestigt, das unter Zuhilfenahme von Waelzlagern 45 im Inneren eines Werkzeugtraegers 46, der aehnliche Form wie der Werkzeugtraeger 37 gemaess Fig. 4 aufweist, angeordnet ist. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Drehachse des Werkzeuges 19' mit der Achse des Rohres, dessen Ende 4a zu verformen ist, uebereinstimmt.

Die Arbeitsweise der erfindungsgemaessen Vorrichtung wird nun genauer unter Zuhilfenahme der Figuren 6 und 7 beschrieben.

In den Figuren 6 und 7 sind Rohrstuecke 4 dargestellt, deren Enden 4a durch die Werkzeuge 19, bzw. 19' zu verformen sind. Das obere Teilstueck des Rohrstueckes 4 zeigt die Grundform des Werkstueckes, waehrend die untere Haelfte des Rohres das Ende 4a des Rohrstueckes 4 nach Durchfuehrung des Verformungsvorganges darstellt.

In Fig. 6 ist das Ende 4a des Rohres 4 unter Zuhilfenahme des Werkzeuges 19 derartig zu verformen, dass die Raender des Endstueckes 4a des Rohres derartig umgebogen werden, dass sie senkrecht zur Laengsachse des Rohres ausgerichtet sind. Waehrend des Verformungsvorganges rotiert das Werkzeug 19 um das Ende 4a des Rohrs und gleichzeitig wird eine zusammengesetzte Bewegung durchgefuehrt derartig, dass das Werkzeug von der mit Strichpunktlinien dargestellten Lage in die mit durchgehenden Linien dargestellte Lage bewegt wird; es erfolgt eine kontrollierte Bewegung laengs der Achsen X und Z. Die Steuerung des Bewegungsablaufes erfolgt ueber die NC-Einheit 18.

Die gesteuerte Bewegung entlang der Achse X wird ueber den Antriebsmotor 11 und die Gewindespindel 9 vorgenommen, die die Bearbeitungseinheit 8 verschiebt. Die Verschiebewegung laengs der Achse Z wird durch den Antriebsmotor 17, die Gewindespindel 33, die Zahnstange 31 und, sowie den Schlitten 16 durchgefuehrt.

Wie der Fig. 6 zu entnehmen ist, kann die plastische Verformung des Endstueckes 4a des Rohres 4 auch durch mehrere hintereinander folgende Verformungsvorgaenge durchgefuehrt werden, wie dies durch mehrere Strichpunktlinien, die mit R gekennzeichnet sind, dargestellt ist; d.h. die Verformung kann allmaehlich in die Wege geleitet werden, derart, dass sich das um das Rohr 4 drehende Werkzeug 19 allmaehlich sowohl in Richtung (Z) als in Richtung (X) vorwaertsbewegt wird, solange bis am Ende der Vorschubbewegung das Rohr (wie fuer die untere Haelfte des Rohres dargestellt), verformt wurde (siehe Fig. 6).

Sofern das Endstueck 4a des Rohres 4 gemaess Fig. 6 einer weiteren Verformung unterzogen werden soll, indem der Randbereich vollstaendig zum Inneren des Rohres 4 abgebogen wird, erfolgt ein weiterer Verformungsvorgang, wie in Fig. 7 dargestellt. Hierzu wird das Werkzeug 19' verwendet, welches die Bearbeitung der Rohrwandung 4, 4a im Inneren des Rohres 4 ermoeglicht. Wie bereits dargestellt und beschrieben, kann das Werkzeug 19 gemeinsam mit dem Werkzeug 19 auf dem gleichen Werkzeugschlitten 16 angeordnet sein. Zu diesem Zweck wird der Schlitten zur

Durchfuehrung des in Fig. 7 dargestellten Verformungsvorganges unterschiedlich in Radialrichtung positioniert.

In den Figuren 8 - 22 sind verschiedene Moeglichkeiten fuer durchzufuehrende Verformungsvorgaenge, die mit der erfindungsgemaessen Vorrichtung durchfuehrbar sind, dargestellt.

Die wesentlichsten Vorteile der Erfindung koennen wie folgt zusammengefasst werden:

Dank der Erfindung ist es nicht mehr notwendig, einen aufwendigen Werkzeugwechsel, in Abhaengigkeit vom Durchmesser des zu bearbeitenden Rohres, vorzusehen. Der Verformungsvorgang erfolgt unter Verwendung von einem oder hoechstens zwei Werkzeugen. Sowohl die Drehbewegung des Werkzeuges als auch die Axial- und Querverschiebung des Werkzeuges wird von einer NC-Steuerinheit gesteuert und ueberwacht. Diese NC-Einheit kann eine unbegrenzte Anzahl von Bearbeitungsgroessen fuer verschiedene Materialien und unterschiedliche Verformungsvorgaenge speichern, diese Bearbeitungsgroessen koennen fuer jeden Bearbeitungsvorgang sofort abgerufen werden.

#### Anspruiche

1. Verfahren zur plastischen Verformung von rohrartigen Koerpern, dadurch gekennzeichnet, dass

a) das Verformungswerkzeug (19, 19') mit kontrollierter Geschwindigkeit um die Laengsachse (B) des gespannten Rohres (4) dreht;

b) das Werkzeug (19, 19') gesteuert und rechtwinklig (Achse Z) zur Laengsachse (B) des Rohres (4) verschiebbar ist; und

c) das Werkzeug (19, 19') gesteuert in Richtung der Laengsachse des Rohres (4) verschiebbar ist (Achse X).

2. Maschine zur plastischen Verformung von rohrartigen Koerpern, mit Mitteln zum Positionieren und Spannen des Rohres in einer vorbestimmten Lage, zur Durchfuehrung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass:

a) eine drehbare, mit wenigstens einem Werkzeug (19, 19') zur plastischen Verformung des Rohres (4) vorgesehene Plattform (12);

b) wenigstens ein Werkzeug (19, 19'), an einem radial zur Plattform (12) bewegbaren Schlitten (16) angeordnet ist;

c) der genannte Schlitten (16) in einem Support (8) angeordnet ist, der laengs Fuehrungen (7) bewegbar ist, die parallel zur Achse (B, X) des Rohres (4) angeordnet ist,

d) wobei der drehbaren Plattform (12) dem radial bewegbaren Werkzeugtraegerschlitten (16) sowie dem parallel zur Rohrachse (B) bewegbaren

Support (8) Antriebs-, Kontroll- und Steuermittel (11, 13, 17, 18) zugeordnet sind.

3. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der rotierenden Plattform (12) und dem Spannstock (3) zum Spannen des Rohres (4) ein Anschlagmittel (5) vorgesehen ist, das schieberartig ausgefuehrt und auf- und abbewegbar (f) vorgesehen ist.

4. Maschine, nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das schieberartige Anschlagmittel (5) eine Heizvorrichtung (6) zum Aufheizen des Rohres (4) aufweist, und dass die Heizvorrichtung (6) oeffenbare, bzw. schliessbare Backen aufweist, die mit Heizeinrichtungen, z.B. Gasbrennern oder Induktionsheizmittel versehen sind.

5. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bearbeitungseinheit (8) mit einer, von einem steuerbaren Motor (11) antreibbaren Kugelumlaufspindel (9) wirkverbunden ist, und der Plattform (12) ebenfalls ein steuerbarer Antriebsmotor (13) zugeordnet ist, und der Werkzeugtraegerschlitten (16) ebenfalls mit einem steuerbaren Motor (17) wirkverbunden ist.

6. Maschine, nach Anspruch 2 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motoren (11, 13, 17) als steuerbare Gleichstrommotoren ausgefuehrt sind und, dass den genannten Motoren Lageanzeigegeraete (Encoder) zugeordnet sind und, dass die genannten Motoren bzw. die genannten Encoder mit einer NC-Einheit (18) wirkverbunden sind.

7. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der radial zur drehbaren Plattform (12) bewegliche Schlitten (16) ein Werkzeug (19) fuer die Aussenbearbeitung des zu verformenden Rohres (4) als auch ein Werkzeug (19') fuer die Innenbearbeitung des zu verformenden Rohres (4) aufweist.

8. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spannstock (3) eine schlittenartige Vorrichtung (22) aufweist, die zwei (20) mit unterschiedlichen Bohrungen verschiebbar aufnimmt und, dass die genannten Backen (20) mit Hebelgestaengen (23) wirkverbunden sind, die von einer steuerbar Kolben-Zylindereinheit (24) angetrieben sind.

9. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der auf der Plattform (12) radial bewegliche Schlitten (16) eine Zahnstange (29) aufweist, mit der ein Ritzel (30) kaemmt, wobei das Ritzel (30) mit einer Zahnstange (31) in Wirkverbinding steht, die mit einer durch eine Gewindespindel (23) axial verschiebbaren Huelse (40) wirkverbunden ist.

10. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (19) ein Raedchen (44) aufweist, die ueber Lager (35) und eine

Welle (36) drehbar gelagert ist, wobei das Raedchen (44) in Bezug auf die Längsachse des Rohres (4) schräg zum Rohr (4) angeordnet ist.

11. Maschine, nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (19) als spitzer Stift ausgebildet ist, der im Werkzeugträger mit seiner Längsachse parallel zur Achse (B) des Rohres (4) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

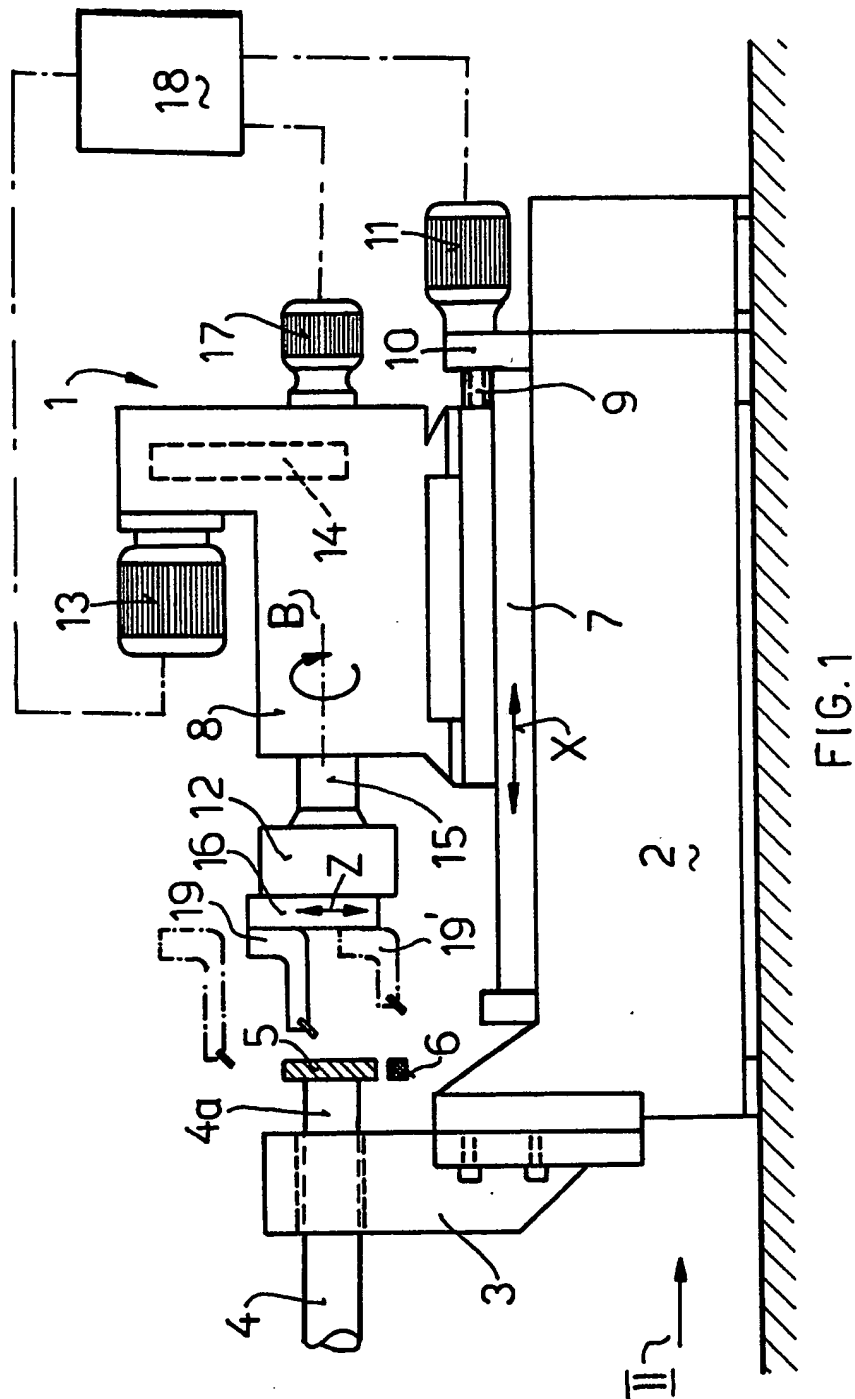
40

45

50

55

7





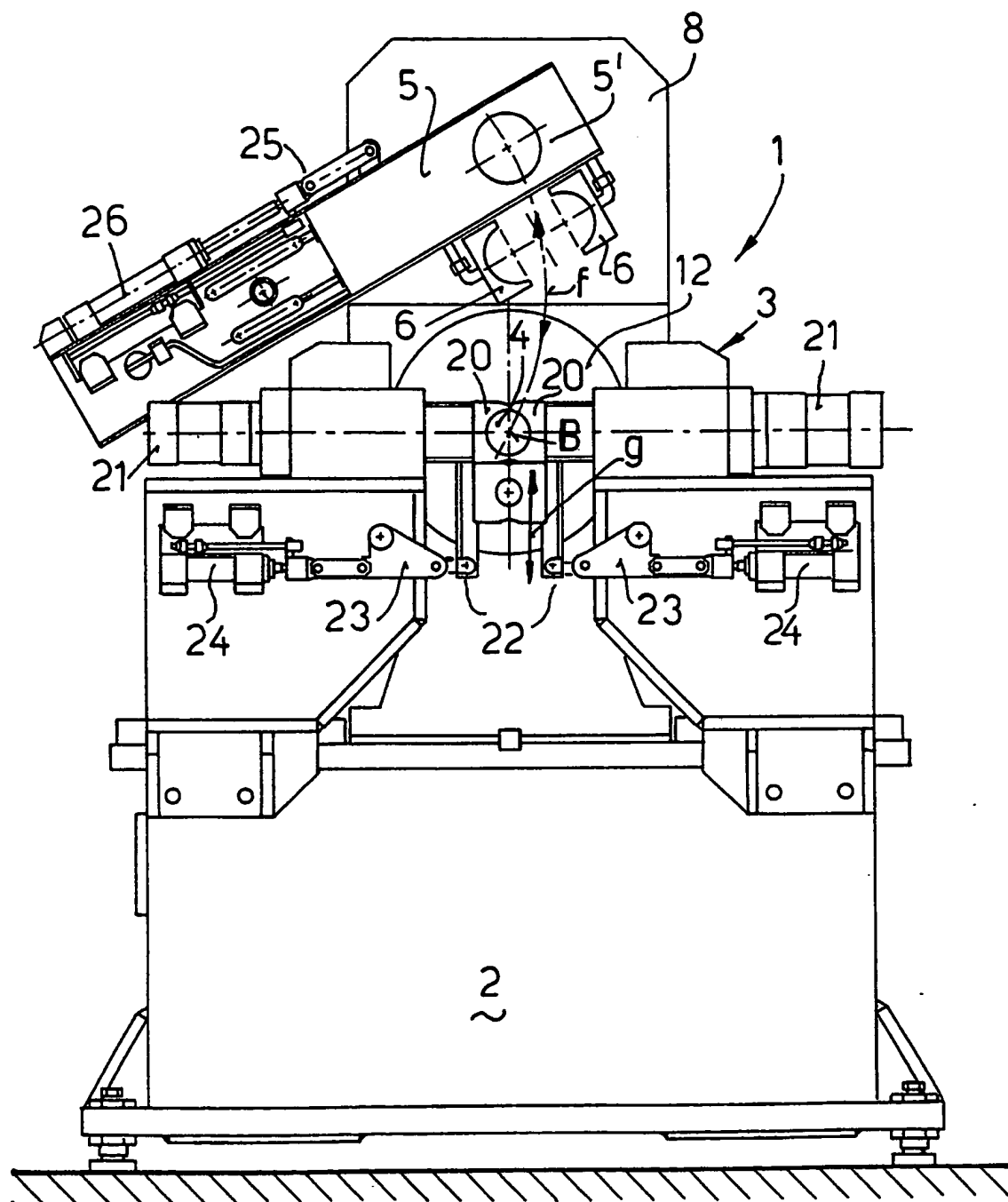


FIG. 2

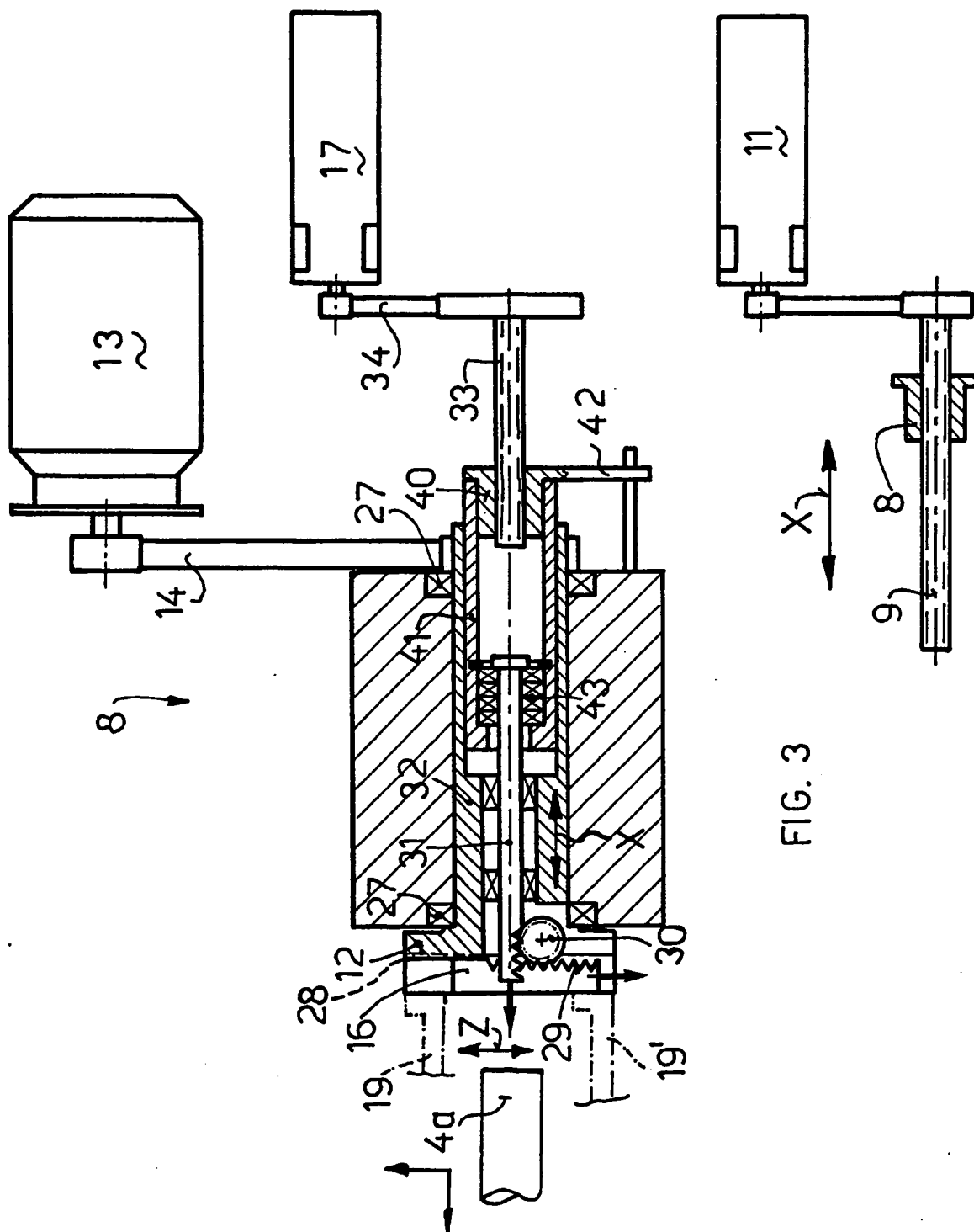


FIG. 3

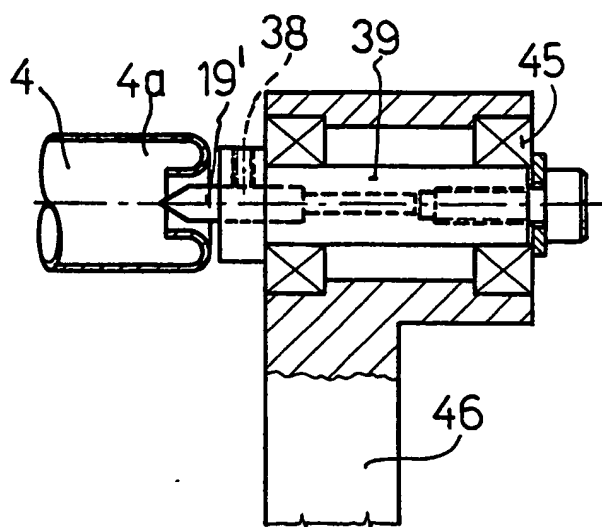


FIG. 5

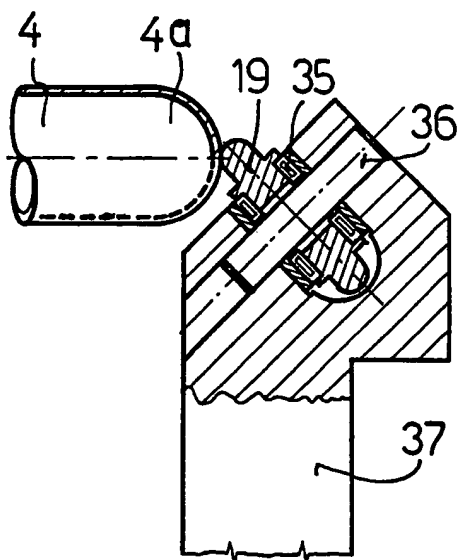
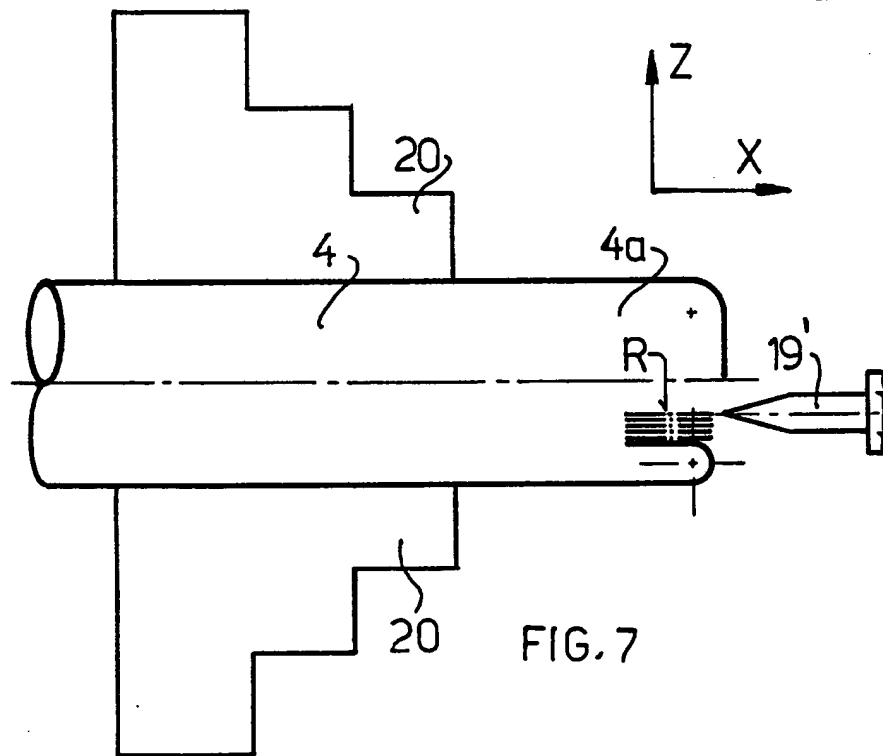
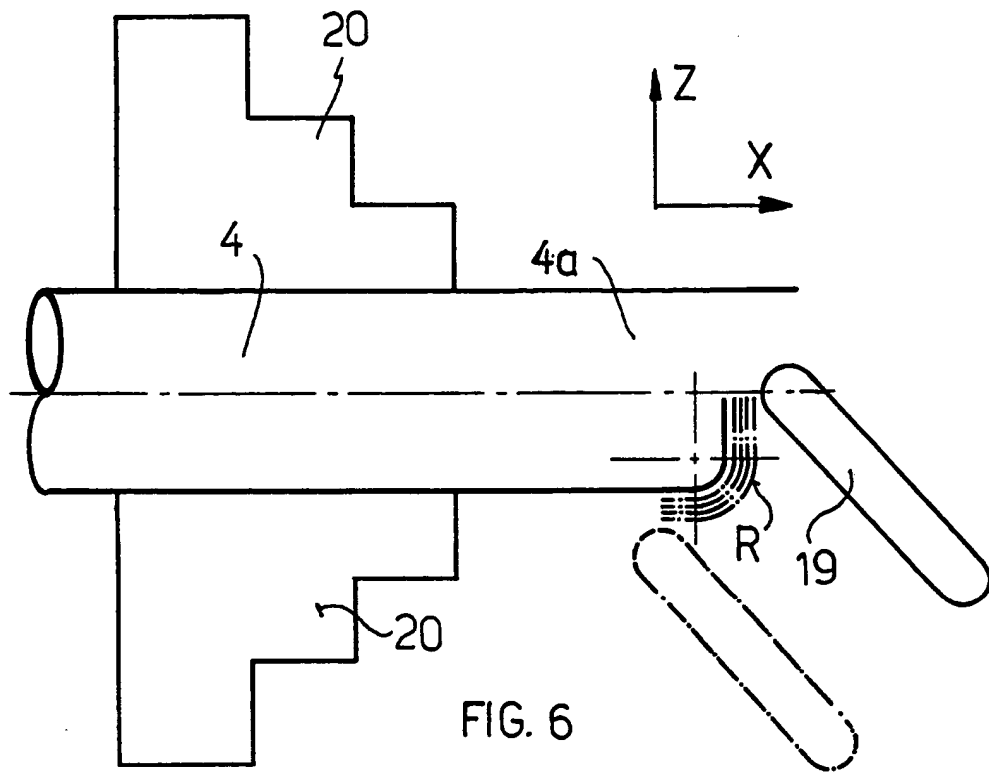


FIG. 4



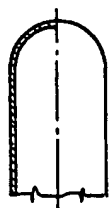


FIG. 8

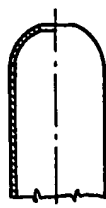


FIG. 9



FIG. 10



FIG. 11

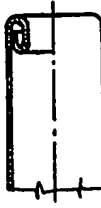


FIG. 12

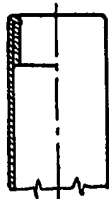


FIG. 13

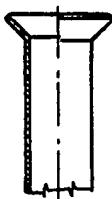


FIG. 14

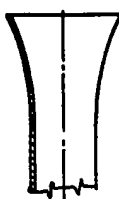


FIG. 15

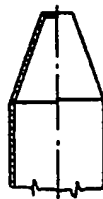


FIG. 16



FIG. 17



FIG. 18

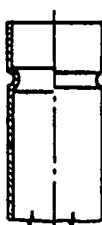


FIG. 19

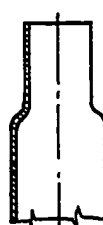


FIG. 20



FIG. 21

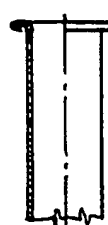


FIG. 22